

自動車横滑り防止装置の費用便益分析

H. Baum¹, 藤原徹², T. Geißler¹, 城所幸弘³, U. Westerkamp¹

要旨

本稿では、自動車横滑り防止装置 (ESC) がもたらす交通事故低減に伴う便益と、その装備費用について、わが国の乗用車に焦点を当てて費用便益分析を行った。

2007 年における ESC の普及率は約 4.7% であり、普及率がゼロ%であったと仮定した場合と比較して、16 人の死者、91 人の重傷者、523 人の軽傷者を低減していたと推計された。そのことによる便益は約 101 億円、ESC 装備にかかる総費用は約 44 億円であり、費用便益比は 2.3 であると推計された。

2014 年からの ESC 標準装備を完全義務化した場合は、義務化しない場合と比較して、2011 年から 2014 年の 4 年間で、64 人の死者、519 人の重傷者、2,981 人の軽傷者を低減できる可能性がある。義務化による純便益は 4 年間で合計約 57 億円、費用便益比は 1.2 と推計された。

交通事故の状況等が異なるので、欧米の事例に比べると費用便益比は小さいが、2007 年における費用便益比は 2 以上であると推計されたので、これまでの ESC の普及は社会的に望ましいものであったと考えられる。

¹ ケルン大学交通経済学研究所 (Institute for Transport Economics, University of Cologne)

² Corresponding author: 明海大学不動産学部, 279-8550 千葉県浦安市明海 1 丁目, tfujiwar@meikai.ac.jp.

³ 政策研究大学院大学

1. はじめに

交通事故による死傷者数は、減少傾向にあるとはいえ、2007年の死者数が5,744人、負傷者数が約103万人に上っている。内閣府の「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書」によると、2004年度における交通事故による損失額は、約6兆7,500億円（GDP比で約1.4%）と推計されている。交通事故による社会的損失は甚大であり、交通安全対策は依然として重要な課題である。

2006年に策定された第8次交通安全基本計画では、2010年までに1年間の交通事故死傷者数を100万人以下に、死者数を5,500人以下にすることを目標としている。また、2012年までに死者数を年間5,000人以下とし、世界一安全な交通道路の実現を目指すとしている。2009年初頭には、首相談話として、今後10年間をめどに交通事故死者数を2,500人以下にする目標が示された。第8次交通安全基本計画では、目標達成のための対策として、「8つの柱」が提示され、その一つに「先進安全自動車の開発・普及の促進」などによる「車両の安全性の確保」が挙げられている。

自動車横滑り防止装置(Electronic Stability Control、以下ESC)⁴は、智能化自動車安全システム(IVSS : Intelligent Vehicle Safety Systems) の一つに位置づけられ、車両の安全性を向上させる比較的新しい装置である。ESCは、急なハンドル操作時や滑りやすい路面を走行中に、車両の横滑りを感知すると、ESCのシステムが各車輪に適切にブレーキをかけ、自動的に車両の進行方向を保つように車両を制御する⁵。したがってESCは、急ブレーキ時のタイヤロックを防いで車両を制御するアンチロック・ブレーキ・システム（ABS）や、滑りやすい路面などで車輪の空転を防いで発進・加速時のタイヤの空転を防ぐトラクション・コントロール・システム（TCS）を発展させたものである。ただし、ESCは車両の物理的な限界を高めるシステムではない。

欧米諸国ではESCの重要性が認識され、標準装備が義務化されつつある。2007年には、米国高速道路安全局（NHTSA : National Highway Traffic Safety Authority）によって、米国で発売される総重量4.5トン以下の車両を対象に、2012年モデル以降のESC標準装備の義務化が決定された。欧州においても2014年以降の完全義務化が欧州議会で決定された。それに対して、わが国においてはESCの普及率は低く、義務化の検討も遅れている。もちろん、道路交通事情の異なる欧米での義務化がわが国での義務化を正当化するわけではないし、「安全」の美名の下に過剰な規制が導入されることも許されない。規制の導入にあたっては、規制導入の費用や効果・便益を客観的、定量的に評価する必要がある。本稿は、ESCの費用便益分析を行い、その効果を資源配分の効率性の観点から検討することを目的とする。

本稿の構成は以下である。第2章では、ESCの効果に関する研究や、欧米における費用便益分析の例を紹介する。利用した統計資料とパラメータの設定方法については第3章で述べる。第4章におい

⁴ メーカーによって呼称は異なるが、本稿ではESCと表記する。各メーカーの呼称については、ESC普及委員会のwebページ（<http://www.esc-jpromo-activesafety.com/index.html>）を参照されたい。

て費用便益分析を行う。最後の第5章で今後の課題を展望する。

2. 先行研究

日本における交通安全規制の効果を分析した研究は、以下の例がある。

斉藤（2004）は車検制度が事故率に与えた影響を定量的に分析し、車検制度が事故率を低下させる効果は見られないという結論を得ている。また、“offsetting behavior”について積極的に支持できないとしている。“offsetting behavior”とは、安全規制によって事故が低減されることを見越して、運転者が安全な運転を怠ることによって、安全規制の効果が殺がれることをいう。寺井他（2005）は、シートベルトの着用率と交通事故による死傷者数の関係を定量的に分析し、“offsetting behavior”の存在を棄却できないとしている。これらの研究は安全規制が事故に与える影響に焦点をあてており、規制の導入の費用便益分析は行われていない。

谷下他（2006）は、シートベルトやエアバック、車体の安全性等、事故が起きた際に乗員を守る安全性すなわちパッシブ・セーフティに関する規制の費用便益分析を行っている。1993年以降に導入された規制による車両コストの増加、燃料費用の増加、軽傷者数の増加という費用と、死者数、重傷者数の減少という便益とを比較して、費用便益比が0.74から1.29と低い値であったという推計結果を得ている。

これまでの安全技術は、パッシブ・セーフティを高める技術であった。近年は、事故の発生自体を積極的に回避する、アクティブ・セーフティを高める技術開発に重点がおかれている。ESCはその典型例の一つである。

日本におけるESCの効果に関する研究は、以下に紹介するように、事故率の低減効果に関する研究はあるが、ESCの費用便益分析に関する文献は見当たらない。したがって、本稿が初めての試みであり、本稿の貢献の一つであると考えられる。

Aga and Okada (2003) は、トヨタが発売している3種類の乗用車を対象として、ESC（トヨタでの呼称はVSC；Vehicle Stability Control）の交通事故低減効果について分析している。モデルチェンジによってESCが標準装備される前後の交通事故率を比較して、ESC装備車両は非装備車に比べて、車両単独事故で約35%、正面衝突事故で約30%事故率が低いという結果を得ている。また、死傷者数で見ると車両単独事故、正面衝突事故ともに約35%の事故低減効果があるとしている。さらに、車両損傷程度が大きい事故ほど事故低減効果が高く、大破・中破の事故では車両単独事故で約50%、正面衝突事故で約40%事故率が低いという結果も得ている。

Ohono and Shimura (2005) は、Aga and Okada (2003) と同様の方法で、モデルチェンジによってESCが標準装備される前後の交通事故率が判別可能な10車種について分析している。1992年から2003年までに発生した、飲酒・居眠り運転等を除く第1当事者⁶の車両単独事故および正面衝突事故を抽出し

⁵ ESC普及委員会のwebページによる。

⁶ 第1当事者とは、当該交通事故に関係した者のうち過失が最も重い者をいい、過失の程度が同程度

た結果、ESC 装備車両の事故率は、非装備車両に比べて車両単独事故で約 44%、正面衝突事故で約 24% 低いという結果を得ている。

一方で、欧米諸国においては ESC による事故低減効果の分析に加えて、費用便益分析も行った研究が存在する。

NHTSA (2007) は、アメリカにおける ESC 標準装備の義務化の費用便益分析を行っている。義務化しない場合の趨勢ケースと義務化したケースを比較して、義務化によって約 56 億ドルから 114 億ドルの純便益が発生すると推計している。費用便益比では 8.4 から 20.9 に相当する⁷。

Baum and Grawenhoff (2007) は、欧州における ESC の効果について分析している。2003 年において、EU25 カ国のすべての自動車に ESC が装備されていたと仮定した場合と実際の事故の発生状況とを比較し、交通事故の減少による便益と ESC の装備費用について費用便益分析を行っている。推計結果によると、ESC を装備することによる純便益は 69 億ユーロ、費用便益比は 3.5 になる。物的損失を考慮に入れた場合は、純便益は 134 億ユーロに、費用便益比は 5.8 になる。

国際比較の際には、日本と欧米諸国との死亡者数の定義の違いに注意が必要である。日本の警察統計でいう死亡者数は、交通事故の発生から 24 時間以内の死者数を指すのが一般的であり、事故類型別の値が得られるので、本稿でもこの値を用いる。これに対して、欧米では事故後 30 日以内の死亡者数を用いることが一般的である。日本では、交通事故発生から 24 時間経過後 30 日以内に死亡した場合は「30 日死者」と呼ばれる。それに対応して、24 時間以内に死亡した者を特に「24 時間死者」という場合がある。「30 日以内死者数」は、24 時間死者数と 30 日死者数の合計である。警察庁 (2008) から計算すると、2007 年の 24 時間死者数は 5,744 人、30 日以内死者数は 6,639 人となっており、30 日以内死者は 24 時間死者の 1.16 倍となっている。また、厚生労働省の「人口動態統計」では、1 年間に交通事故が原因の死者数を集計している。2007 年の死者数は 8,268 人 (24 時間死者数の約 1.44 倍) であった。したがって、本稿での便益は欧米諸国の値よりも低くなる傾向にあると考えられる。

3. 統計資料とパラメータの設定

3.1 交通事故に関する統計

第 2 章で紹介した Aga and Okada (2003) や Ohono and Shimura (2005) を参考に、ESC が特に有効な事故の類型として、「乗用車が第一当事者である正面衝突事故および車両単独事故⁸」を分析対象とする。

の場合は、被害が最も軽い者をいう。

⁷ NHTSA (2007)では、物的な損失と遅延による損失の低減効果はコストの項目に入れて、車両コストや燃料コストから控除し、控除後の値を「ネットコスト」としている。本稿や Baum and Grawenhoff (2007)では、物的な損失と遅延による損失の低減効果を便益の項目として考えている。したがって、ここで示した値は、NHTSA (2007) の値を調整して求めている。

⁸ ただし、車両単独事故のうち、「駐車車両衝突」および「その他」の項目は除外した。

2007年に発生した当該事故については、(財)交通事故総合分析センター(イタルダ⁹)の事故データベースから抽出した。事故件数と死傷者数の集計結果を表1に示す。表の最下段の数値は、警察庁(2008)による、2007年に発生した交通事故数と死傷者の総数である。これらの統計資料でいう「交通事故」は、死傷者が発生した事故のみをカウントしている。したがって、以下では「人身事故」と呼ぶ。死傷者が発生しない、物的損失のみの交通事故は、「物損事故」と呼ぶ。「物損事故」については後述する。

表1 人身事故件数と死傷者数

	事故件数	死者数	重傷者数	軽傷者数
乗用車が第一当事者である 車両単独事故	14,634 (1.76%)	581 (10.11%)	3,090 (5.06%)	14,915 (1.53%)
乗用車が第一当事者である 正面衝突事故	13,563 (1.63%)	401 (6.98%)	2,535 (4.16%)	18,733 (1.92%)
全人身事故	832,454	5,744	61,010	973,435

(注) 括弧内の数値は、全人身事故に占める割合を表す。

表から分かるように、本稿で分析対象としている事故に関しては、全人身事故に占める事故件数の割合に比べて、死者数、重傷者数の割合が大きい。したがって、人身事故による被害を減らすには、これらの事故を防ぐことが特に重要である。

3.2 人身事故による損失

人身事故に関する損失額は、内閣府(2007)の被害者1名あたりの推計値を利用する。内閣府(2007)では、人的・物的損失額や、警察・救急費用、事故による渋滞によって発生する混雑費用等を積み上げて金銭的な損失を計算している。死亡事故については、本人の交通事故による死亡リスク削減に対する支払い意思額をCVM(Contingent Valuation Method、仮想的市場評価法)によって推計し、「死亡損失」として損害額に加算している。

内閣府(2007)の損失額の区分は、「死亡」、「後遺障害」、「障害」であり、本稿で利用している人身事故データの「死亡」、「重傷」、「軽傷」の区分とは異なる。しかしながら、警察庁(2008)によると、内閣府(2007)の算定時である2004年の人身事故における重傷者数、軽傷者数はそれぞれ72,777人、1,110,343人であり、内閣府(2007)による後遺障害者数62,931人および障害者数1,205,024人とそれほど大きくは乖離していない。したがって、本稿では重傷者、軽傷者の損失額として、内閣府(2007)の後遺障害者、障害者の損失額の推計値を用いる。

本稿で用いる被害者1名あたりの人身事故による損失額を表2に示す。内閣府(2007)の値は2004年の値なので、GDPデフレーターを用いて2007年価格に修正した。

⁹ ITARDA: Institute for Traffic Accident Research and Data Analysis

表 2 被害者 1 名あたりの人身事故による損失額

死亡	重傷	軽傷
260,195,155	9,688,358	1,776,032

単位：円

なお、NHTSA (2007) は死亡による損失額を 375 万ドル(3 億 7500 万円程度)、Baum and Grawenhoff (2007) は 100 万ユーロ(1 億 5,000 万円程度)としている。したがって、本稿での死亡による損失額の設定値はアメリカの例よりも低く、ヨーロッパの例よりも高い値である。

3.3 物損事故による損失

物損事故の発生件数や、損害を受けた物件数に関する詳細な統計データは、筆者たちの知る限りでは公開されていない。日本損害保険協会(2008)は、自賠責保険と自動車保険で支払われた保険金のデータを利用して、交通事故による物的損失を事故類型別に推計している。入手可能な最新のものは 2006 年度に発生した事故の統計である。その一部を表 3 に示す。

表 3 2006 年度に発生した交通事故による物的損害の推計値(人身事故と物損事故の合計)

	損害物数(件)	物的損失額(億円)	平均物的損失額(千円)
車両単独事故	2,214,568	5,918	267
正面衝突事故	183,028	650	355
全交通事故	6,935,693	17,113	247

出典：日本損害保険協会(2008)

表 3 の値は、保険金のデータではカバーしていない事故(共済により支払われた事故や、保険や共済に加入していない車両による事故等)も含めた推計値であり、人身事故と物損事故の合計値である。本稿では、人身事故による物的損害額については、表 2 の値に含まれているものを利用する。したがって、本稿で必要なのは物損事故のみの推計値なので、内閣府(2007)と同様の方法で表 3 の推計値を人身事故と物損事故に分割した。具体的な方法については付録 1 に示す。物損事故による損害物数と物的損失額の推計値を表 4 に示す。データの入手が困難であることから、2007 年に発生した交通事故による物的損害は、2006 年度に発生した交通事故による物的損害と等しいと仮定する。

表 4 2007 年に発生した物損事故による物的損害の推計値

	損害物数（件）	物的損失額（億円）	平均物的損失額（千円）
車両単独事故	2,142,892	5,702	266
正面衝突事故	134,266	477	355
全物損事故	5,274,497	12,893	244

警察庁（2008）によると、人身事故について、2007 年中の車両単独事故件数は 43,108 件であり、われわれが分析の対象としている、乗用車が第一当事者である事故の件数は、そのうちの 33.9%（14,634 件、表 1 を参照）を占める。同様に、正面衝突事故件数は 21,067 件であり、乗用車が第一当事者である事故はそのうちの 64.4%（13,563 件）を占める。

物損事故については、データが乏しいので以下のような仮定をおく。車両単独物損事故のうち、乗用車が第一当事者である物損事故による損害物数、物的損失額は、車両単独物損事故全体のそれぞれ 33.9% を占めると仮定する。同様に、正面衝突物損事故のうち、乗用車が第一当事者である物損事故による損害物数、物的損失額は、正面衝突物損事故全体のそれぞれ 64.4% を占めると仮定する。表 5 は、乗用車が第一当事者である物損事故による物的損害の推計値を表している。

表 5 2007 年に発生した物損事故（乗用車が第一当事者）による物的損害の推計値

	損害物数（件）	物的損失額（億円）
車両単独事故	727,454	1,936
正面衝突事故	86,441	307

3.4 ESC の交通事故回避効果

Aga and Okada (2003) や Ohono and Shimura (2005) を参考に、ESC を装備することによって、乗用車が第一当事者である事故のうちで、車両単独事故に関しては 39.5%、正面衝突事故に関しては 27.0% が回避できると仮定する。これらの値は、2 つの研究の推計値の平均である。

3.5 ESC の普及率

ESC の主要サプライヤーである（株）ボッシュによると、2007 年に発売された新車の約 14% に ESC が装備されていた。以下ではこの値を ESC の「装備率」と呼ぶ。2007 年の乗用車のストック全体に占める、ESC を装備した乗用車の割合（以下、ESC の「普及率」と呼ぶ）は、各年の新車の ESC 装備率の推定値と、JAMA(2008) による 2007 年における自動車ストックの車齢分布の値を用いて推計した。その結果、2007 年における ESC の普及率は 4.7% と推計された。各年の新車の ESC 装備率の推定方法については、付録 2 で述べる。ESC は中古車に後付けすることができないので、装備率の上昇と普及

率の上昇との間にはタイムラグが生じる。

3.6 ESC の装備費用

NHTSA (2007) によるアメリカにおける推計値 (約 90.3 ドル) や、Baum et al. (2008) によるヨーロッパにおける推計値 (約 130 ユーロ) を参考に、ESC を装備する費用は、乗用車 1 台あたり 15,000 円であると仮定する。JAMA(2008) によると、2007 年における乗用車の平均利用年数は 11.66 年であるので、割引率を 4 % として ESC の 1 年あたり費用を計算すると、約 1,635 円になる。

4. 費用便益分析

4.1 現状の評価

第 3 章で述べたように、2007 年における ESC の普及率は 4.7% であると推計される。これをベースラインとして、ESC が存在しない (普及率がゼロ) のケースと比較し、ESC を装備していることによって、日本全体でどの程度事故が防止できたのか、また、どの程度の費用と便益が発生していたのかを推計する。

車両価格全体に占める ESC の装備費用が小さいので、自動車新車市場に与える影響は軽微であり、消費者余剰と生産者余剰の変化は無視できる程度であると仮定する。したがって、ESC の便益は交通事故の低減による社会的損失の減少額を計上する。一方、ESC の費用として、装備費用の総額を計上する。

表 6 は ESC によってどの程度事故が回避されたのかを推計した値である。ESC が全く装備されていなければ、2007 年にはさらに 452 件の人身事故が発生していたと推計される。また、それに伴って、死者、重軽傷者はそれぞれ、16 名、91 名、523 名多くなっていたと推計される。この値と表 2 に示した人身事故による損失額をそれぞれ掛け合わせることで、人身事故の低減便益を算出した。

物損事故の低減便益については、表 5 に示した損害額をベースに計算した。ESC の普及率がゼロパーセントの場合には、乗用車が第一当事者である車両単独事故物損事故および正面衝突物損事故による損失額は約 2,283 億円に上ると推計された。

表 6 ESC による人身事故件数と死傷者数の低減効果

	ESC 普及率	事故件数	死者数	重傷者数	軽傷者数
ESC なし	0%	832,906	5,760	61,101	973,958
ベースライン	4.7%	832,454	5,744	61,010	973,435
差	-	452	16	91	523

表 7 は、乗用車全体の 4.7% に ESC が装備されていたことによって発生したと考えられる便益と、その費用の総額をまとめたものである。便益の総額は約 101 億円、費用の総額は約 44 億円と推計された。

したがって、便益から費用を差し引いた純便益は約 56 億円、費用便益比は約 2.3 と推計される。物損事故を除いた場合の費用便益比の推計値は 1.4 である。さらに、内部収益率を数値解析によって計算した結果、約 22.4%となった。

表 7 ESC 装備による費用と便益（現状の評価）

			人数（人）	金額（億円）
交通事故低減便益	人身事故	死者	16	42
		重傷者	91	9
		軽傷者	523	9
	物損事故		41	
便益合計			101	
ESC 装備費用の総額			44	
純便益			56	
費用便益比			2.3	
内部収益率			22.4%	

本稿での結果は、欧米の推計結果に比べて純便益あるいは費用便益比が小さい。便益や費用の推計手法が異なるので単純に比較はできないが、本稿での結果が欧米の推計値よりも小さい理由としては以下のような点が考えられる。

第一に、交通事故の状況の違いが考えられる。IRF（2008）によると、アメリカの人口 10 万人あたり死者数は、2005 年において 14.66 人である。日本の場合は 2004 年において 6.65 人であるので、日本の 2 倍以上の値になっている。ドイツの場合は日本と同程度の値（6.18 人、2006 年）であるが、Baum, Grawenhoff (2007) によれば、ESC が特に有効である、「車両単独事故のうち、横滑りして自らが事故の主因となった事故」は、全人身事故の約 8.9%であり、本稿で分析対象としている事故の割合（約 3.4%）よりも大きい。したがって、日本では ESC によって防ぐことができると予想される事故タイプの事故件数、死者数が少ないと考えられる。

第二に、死亡者数の集計の違いが挙げられる。前述のように、欧米の分析では事故発生後 30 日以内の死者数の統計を用いているのに対して、本稿では事故発生後 24 時間以内の死者数を利用しているので、便益が小さくなる傾向がある。

4.2 ESC 普及率が 100%のケースの評価

次に、ESC の潜在的な効果を測るため、普及率がゼロ%の場合と 100%の場合とを仮想して、交通事故の件数等の差を計算した。結果を表 8に示す。

表 8 ESC 装備による費用と便益（普及率が 100%の場合）

			人数（人）	金額（億円）
交通事故低減便益	人身事故	死者	344	894
		重傷者	1,937	188
		軽傷者	11,126	198
	物損事故		863	
便益合計			2,142	
ESC 装備費用の総額			946	
純便益			1,196	
費用便益比			2.3	
内部収益率			22.4%	

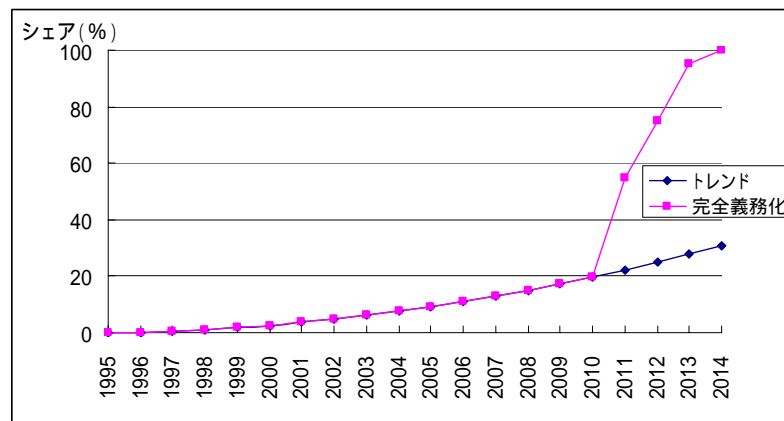
2007 年において、ESC 普及率が仮に 100%であったならば、普及率がゼロ%の場合と比較して、死者数を 344 人、重傷者数を 1,937 人、軽傷者数を 11,126 人それぞれ減少させられた可能性があることが分かった。それに伴う便益は 2,142 億円、費用は 946 億円であり、純便益は 1,196 億円と推計される。本稿の設定では、ESC の普及率に比例して便益と費用が大きくなっていくため、費用便益比は前節と同じく 2.3 であり、内部収益率は 22.4%である。

4.3 ESC 装備義務化の評価

最後に、欧米の例を参考に、2014 年以降の完全義務化の効果を分析する。義務化の有無に関わらず、2010 年までは ESC の装備率はこれまでのトレンドにそって進み、義務化された場合には、2014 年以降の装備率 100%に対応するために、2011 年には法定装備率が 55%、2012 年、2013 年にはそれぞれ 75%、95%になると仮定する。これらの数値はアメリカの義務化のプロセスを参考にしている。

図 1 は、装備率の推定値を表したものである。「トレンド」は、義務化されない場合の推定値であり、付録 2 に示す推定式を用いている。2014 年以降の完全義務化の場合の値は「完全義務化」として表している。義務化されない場合の装備率は 2014 年において約 30.9%になると推定される。

図 1 ESC の装備率の推定値



完全義務化の効果は、以下の手順で推計した。

はじめに、ESC 装備率の推定値と、自動車ストックの車齢分布の推計値から ESC 普及率を推計した。簡単化のため、自動車ストックの車齢分布は、これまでの分析で用いた 2007 年における分布と同じであると仮定している。

次に、過去の死傷者数の統計を利用して、将来の死傷者数を予測した。推定方法は付録 3 と付録 4 で述べる。

最後に、死傷者数の推定値と ESC の普及率から、ESC によって減少させることのできる死傷者数を、完全義務化の場合と義務化されない場合それぞれについて求めた。

結果は表 9 のとおりである。ESC を義務化することによって、2011 年から 2014 年にかけて、64 人の死者、519 人の重傷者、2,981 人の軽傷者を防ぐことができる。

完全義務化による 2011 年から 2014 年の費用と便益の総額については、以下のように計算した。

第一に、人身事故による死傷者数の減少便益を、2007 年末時点での価格に割り引いて評価した。死傷者 1 名あたりの損失額は表 2 の値を用いる。割引率を 4 %、経済成長率を年平均で 1 % と仮定した。

第二に、物損事故の削減便益を求めた。情報が乏しいので、死傷者数削減便益の値に、表 7 における死者数削減便益と物損事故削減便益の比率（約 0.966）をかけて、物損事故の削減便益とした。

第三に、ESC の装備費用の総額は、1 台 1 年あたりの費用約 1,635 円と、Prograns (2007) による車両ストックの推定値および、表 9 に示した ESC 普及率の値を掛け合わせて求めた。便益と同様に、2007 年末時点での価格に割り引いて評価した。

結果は、純便益が約 57 億円、費用便益比が 1.2、内部収益率が 7.2% となった。費用便益比は必ずしも高くないが 1 以上であり、義務化によって正の純便益が得られると推計された。

表 9 ESC 装備義務化の効果

	2011	2012	2013	2014	合計
ESC 普及率 (義務化なし)	10.1%	11.8%	13.6%	15.6%	-
ESC 普及率 (義務化あり)	12.6%	18.2%	25.3%	32.7%	-
ESC によって防げる死者数 (義務化なし)	23	24	24	23	94
ESC によって防げる死者数 (義務化あり)	29	37	44	48	158
差	6	13	20	25	64
ESC によって防げる重傷者数 (義務化なし)	167	182	192	195	736
ESC によって防げる重傷者数 (義務化あり)	209	281	356	409	1,255
差	42	99	164	214	519
ESC によって防げる軽傷者数 (義務化なし)	960	1,043	1,100	1,119	4,222
ESC によって防げる軽傷者数 (義務化あり)	1,201	1,614	2,043	2,345	7,203
差	241	571	943	1,226	2,981

5. おわりに

本稿では ESC の費用便益分析を行った。主要な結論をまとめると以下のようになる。

第一に、2007 年における ESC の普及率は約 4.7% であり、普及率がゼロ%であったと仮定した場合と比較して、16 人の死者、91 人の重傷者、523 人の軽傷者を低減していたと推計された。そのことによる便益は約 101 億円、ESC 装備にかかる総費用は約 44 億円であり、費用便益比は 2.3 であると推計された。

第二に、2007 年に ESC 普及率が 100%であったと仮定して、ESC の潜在的な効果を推計した。ESC がゼロ%の場合と比較すると、死者数を 344 人、重傷者数を 1,937 人、軽傷者数を 11,126 人それぞれ減少させられた可能性があることが分かった。それに伴う便益は 2,142 億円、費用は 946 億円と推計された。

第三に、2014 年からの ESC 標準装備を完全義務化した場合は、義務化しない場合と比較して、2011 年から 2014 年の 4 年間で、64 人の死者、519 人の重傷者、2,981 人の軽傷者を低減できる可能性がある。義務化による純便益は約 57 億円、費用便益比は 1.2 と推計された。

交通事故の状況等が異なるので、欧米の事例に比べると費用便益比は小さいが、2007 年における費用便益比は 2 以上であると推計されるので、これまでの ESC の普及は社会的に望ましいものであったと考えられる。

本稿では十分な情報が得られなかったために分析できなかったが、ESC の事故低減率や交通事故被

害者 1 名あたりの損失額など、主要なパラメータに関する感度分析が必要である。また、ESC の装備に伴って車両費用が増加することの自動車市場に与える影響の評価も必要である。さらに、他の交通安全政策代替案との比較検討もなされるべきである。これらは今後の課題である。

参考文献

- 警察庁 (2008)、「平成 19 年中の交通事故の発生状況」。
- 斉藤郁美 (2004)、「自動車車検制度が交通事故に与える影響について」、『日本経済研究』No.50、pp.1-18。
- 谷下雅義、三好博昭、佐野雅之 (2006)、「自動車安全規制の費用便益分析」、ITEC working Paper Series 06-16、同志社大学技術・企業国際協力センター。
- 寺井晃、村松幹二、飯田泰之 (2005)、「シートベルトの Offsetting Behavior 仮説 - 都道府県パネルデータを用いた検証」、『季刊政策分析』第 2 巻第 1・2 合併号。
- 内閣府 (2007)、「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書」。
- 日本損害保険協会 (2008)、『自動車保険データにみる交通事故の実態 2006 年 4 月～2007 年 3 月』、社団法人日本損害保険協会。
- M. Aga and A.Okada (2003), Analysis of vehicle stability control (VSC)'s effectiveness from accident data," Proceedings of the 18th ESV Conference paper.
- H. Baum and S. Grawenhoff (2007), Cost-Benefit-Analysis of the Electronic Stability Program (ESP), Cologne.
- H. Baum et al. (2008), eIMPACT – Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe – Deliverable D6, Cologne.
- IATSS (2007), Statistics 2006 road accidents Japan, Tokyo.
- IATSS (2008), Statistics 2007 road accidents Japan, Tokyo.
- IRF (2008), WORLD ROAD STATISTICS 2008, Geneva.
- JAMA (2007), The motor industry of Japan 2007, Japan Automobile Manufacturers Association.
- JAMA (2008), The motor industry of Japan 2008, Japan Automobile Manufacturers Association.
- NHTSA (2007), FMVSS No.126 Electronic Stability control Systems, Washington.
- Ohono and Shimura (2005), "Results from the survey on effectiveness of electronic stability control (ESC)," Press release of NASVA, 2005/02/18.
- Prograns (2007), European Transport Report 2007/2008, Basel.

付録

1. 物損事故による損失の推計

はじめに、日本損害保険協会（2008）による事故類型別の損害物件数および物的損失額の推計値と、警察庁（2008）による人身事故件数の値から、人身事故による事故類型別の損害物件数と物的損失額を推計した。人身事故件数は、年度別の値を求めるのは困難なので、2006 年の値を用いた。この推計値を基に、人身事故によらない損害を物損事故による損害とした。具体的には、内閣府（2007）にならい、以下のような順で推計した。データの入手が困難であることから、2007 年に発生した交通事故による物的損害は、2006 年度に発生した交通事故による物的損害と等しいと仮定する。

- （１）「横転・転落」および「その他」に分類される車両単独事故の場合には損害物が１件発生し、それ以外の事故に関しては損害物が２件発生すると仮定して、人身事故によって発生する損害物数を推計する。対人車両事故については、日本損害保険協会（2008）の推計値を利用する。
- （２）（１）で求めた損害物数に、事故類型別の損害物１件当たり物的損失額を乗じて、人身事故による事故類型別の物的損失額を推計する¹⁰（表 10 参照）。
- （３）事故類型別の全損害物件数および物的損失額の総額（表 3 参照）から（２）を控除して、物損事故による事故類型別損害物件数と物的損失額を求める（表 4 参照）。

推計結果をみると、物損事故における損害物数や損失額は、人身事故によるものよりも大きい。したがって、人身事故のみをみて便益を測定すると過小評価になる。

表 3（再掲） 2006 年度に発生した交通事故による物的損害の推計値（人身事故と物損事故の合計）

	損害物数（件）	物的損失額（億円）	平均物的損失額（千円）
車両単独事故	2,214,568	5,918	267
正面衝突事故	183,028	650	355
全交通事故	6,935,693	17,113	247

¹⁰ 日本損害保険協会（2008）と警察庁（2008）とでは、事故の分類方法が若干異なる。したがって、内閣府（2007）にならい、事故類型別の損害物１件当たり物的損失額について以下のような調整を行った。第一に、出会い頭衝突、右折・左折時衝突、追越時衝突、すれ違い時衝突については、側面衝突事故の値を利用した。第二に、駐停車車両衝突は、損害保険では車両相互に分類されるので、車両相互事故の値を利用した。第三に、その他の車両単独事故については、車両単独事故全体の値を利用した。第四に、踏切事故については、構築物衝突事故の値を利用した。

表 10 2007 年に発生した人身事故による物的損害の推計値

	損害物数（件）	物的損失額（億円）	平均物的損失額（千円）
車両単独事故	71,676	216	301
正面衝突事故	48,762	173	355
全人身事故	1,661,196	4,220	254

表 4（再掲） 2007 年に発生した物損事故による物的損害の推計値

	損害物数（件）	物的損失額（億円）	平均物的損失額（千円）
車両単独事故	2,142,892	5,702	266
正面衝突事故	134,266	477	355
全物損事故	5,274,497	12,893	244

2. ESC 装備率の推定

（株）ボッシュから提供された、1995 年から 2007 年までの各年における ESC 装備率の推定値を基に、1995 年から 2014 年までに発売される新車の ESC 装備率を推定した。ここでは、ESC 装備率が西暦年（1995 年を 1 とする）の 2 次関数で近似できると仮定して、回帰分析を行った。推定結果は、西暦 x (≥ 1995) 年における新車の ESC 装備率を E_x として、

$$E_x = -0.063 - 0.021(x-1994) + 0.078(x-1994)^2 + \varepsilon_x$$

$$(-0.12) \quad (-0.12) \quad (6.50)$$

となった。カッコ内の数値は t 値であり、 ε_x は誤差項である。サンプル数が 13 と少ないが、決定係数は 0.933 であり、大雑把な近似としては十分であると考えられる。推定値は図 1 に示した「トレンド」のケースである。

3. 交通事故による死者数の予測

図 2 に示すように、1980 年に 8,760 人であった死者数は増加しつづけ、そのピークを迎えた 1992 年には 11,451 人が亡くなっている。以降は一貫して減少傾向にあり、2007 年には 5,744 人まで減少した。

一方、図 3 に示すように、IATSS (2007) によると、自動車の総走行距離は 1980 年から 2000 年までは増加傾向にあったが、2000 年代に入ってからほぼ横ばいの状況がつづいており、PROGTRANS (2007) の推定によれば、横ばいの傾向は 2014 年まで続くと予測されている。

これらを踏まえ、本稿では、走行距離あたりの死者数が 1980 年以降減少トレンドにあると仮定して、2008 年以降の死者数の予測を行った。まず、2007 年までの統計データに基づいて、被説明変数を 100 万台キロメートル辺りの死者数とし、説明変数を西暦年（1980 年を 1 とする）として回帰分析を行っ

た。推定結果は、西暦 k (≥ 1980) 年における、100万台キロメートル辺りの死者数を z_k として、

$$z_k = 0.024 - 0.001(k - 1979) + \varepsilon_k$$

(80.80) (-33.25)

となった。カッコ内の数値は t 値であり、 ε_k は誤差項である。決定係数は0.977であり、 t 値も非常に大きいことから、信頼できる推定式であると考えられる。

上の推定式を基に、2008年から2014年までの走行台キロ当たり死者数の推定値に、PROGTRANS (2007) の走行台キロの推定値を掛けることによって、死者数の推定値を求めた。結果は図2のとおりである。2010年における死者数は4,319人と予測された。したがって、現状のペースで死者数が減少していけば、冒頭に触れた第8次交通安全基本計画の目標は達成可能であると予想される。

図2 死者数の推移と推定値

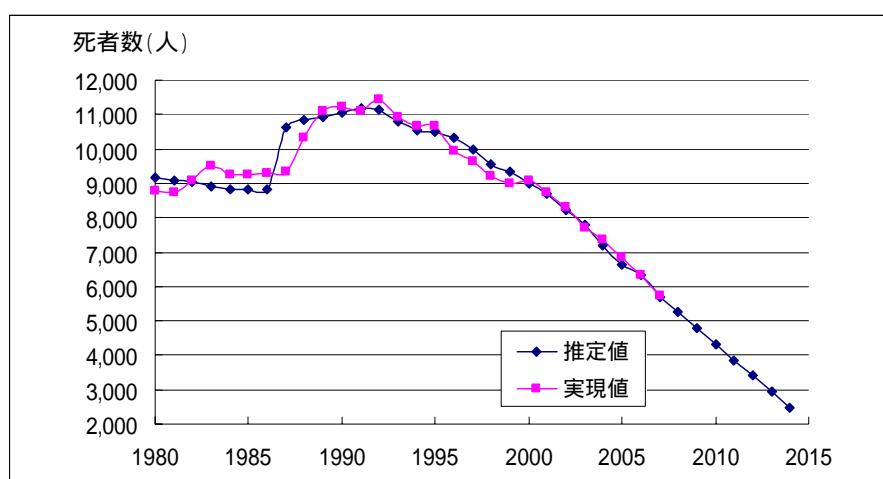
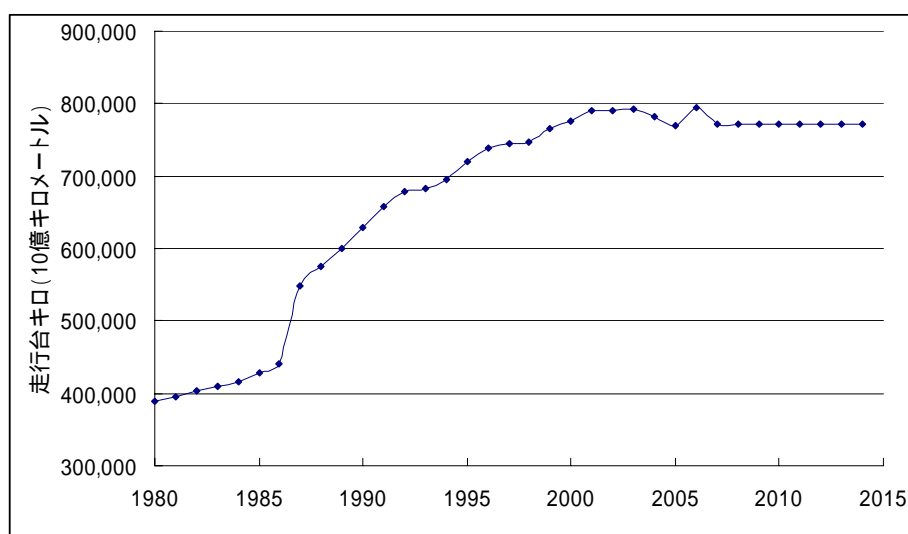


図3 走行台キロメートルの推移と推定値



4. 交通事故による負傷数の予測

図 4に見るように、1980 年以來、負傷者数は増加傾向にあり、2001 年から 2004 年までがピークであった。本稿では、死者数 1 名あたりの負傷者数が、西暦年（1980 年を 1 とする）の 2 次関数で近似できると仮定して、回帰分析を行った。2 次関数を仮定したのは、以下の理由による。第一は、統計データから死者数 1 名あたりの負傷者数のトレンドをみると、直線的な増加ではなかったからである。第二は、安全技術の向上により、これまでであれば死亡事故であったものが負傷事故ですむ傾向にあると考えられるからである。

推定結果は、西暦 k (≥ 1980) 年における、死者数 1 名あたりの負傷者数を I_k として、

$$I_k = 76.87 - 2.98(k - 1979) + 0.25(k - 1979)^2 + \varepsilon_k$$

(26.92) (-6.56) (16.20)

となった。カッコ内の数値は t 値であり、 ε_k は誤差項である。決定係数は 0.986 であり、 t 値も大きいことから、信頼できる推定式であると考えられる。この推定式を基に、死者数の推定値を掛けることによって、負傷数の推定値を求めた。結果は図 4のとおりである。

図 4 負傷者数の推移と推定値

